

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-126976

(43) 公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N	3/42		G 0 1 N	B
	3/40		3/40	C

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-287428

(22) 出願日 平成7年(1995)11月6日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(71) 出願人 391021385

日本クラウトクレマー株式会社

東京都渋谷区道玄坂2丁目10番12号

(72) 発明者 村山 章

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 堀籠 秀和

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

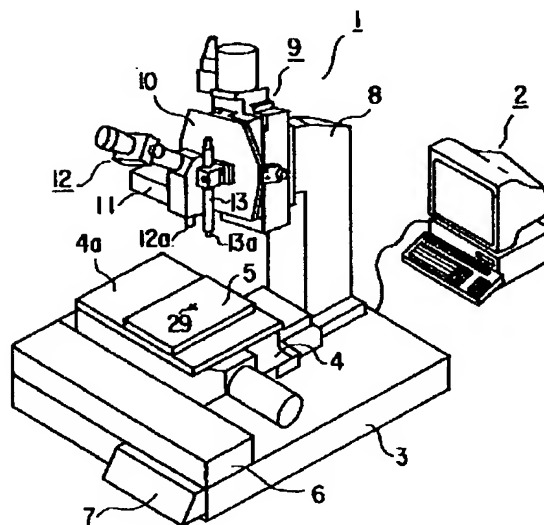
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波硬度測定装置

(57) 【要約】

【課題】 被検体の弾性特性がたとえ微小に変化しても変化に対応して測定された硬度を自動的に補正して、硬度測定精度を向上する。

【解決手段】 超音波硬度測定装置において、被検体5を移動自在に支持する試料台4と、振動棒14を被検体5に押圧する振動棒駆動機構9と、被検体5内の各測定点及び測定順序を記憶する測定条件記憶部28と、測定条件記憶部の記憶内容に従って試料台及び振動棒駆動機構を順番に起動していく測定制御部20とを備えている。さらに、圧痕表面積 $A_c$ を実測するための顕微鏡12と、この顕微鏡を被検体の押圧部分へ移動させる顕微鏡移動機構9と、顕微鏡で実測された圧痕表面積 $A_c$ と算出された圧痕表面積 $A$ との関係から補正情報 $C$ を算出する補正情報算出手段24と、算出された補正情報を用いて各測定点29の硬度を補正する硬度補正手段22とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端に被検体に当接するためのダイヤモンド圧子が取付けられた振動棒を加振させた状態で前記被検体に規定時間だけ規定加重で押圧し、押圧した状態における前記振動棒の共振周波数を測定し、この測定された共振周波数の非押圧状態の自由共振周波数からの変化量と、前記被検体及びダイヤモンドの弾性特性情報とから、前記被検体の押圧部分の圧痕表面積を算出し、この圧痕表面積と前記規定加重とから前記被検体の硬度を算出する超音波硬度測定装置において、  
前記被検体を2次元平面内に移動自在に支持する試料台と、前記振動棒を前記被検体に押圧する振動棒駆動機構と、前記被検体内の各測定点及び測定順序を記憶する測定条件記憶部と、この測定条件記憶部の記憶内容に従って前記試料台及び振動棒駆動機構を順番に起動していく測定制御部とを備え、  
かつ、前記圧痕表面積を実測するための顕微鏡と、この顕微鏡の対物レンズを前記試料台に支持された被検体の前記押圧部分の対向位置へ移動させる顕微鏡移動機構と、前記顕微鏡で実測された圧痕表面積と前記算出され\*20

$$H_v = F/A$$

この圧痕表面積Aは非常に小さいので、正確にその値を測定するためには、その都度、顕微鏡を用いて操作員が目視で測定する必要がある。したがって、測定作業が煩雑化し、工場の生産工程における製品の品質検査に相違むことができない。

【0004】このようにな不都合を解消するために、共振周波数測定法（超音波コンタクト・インピーダンス法）が実用化されている。この共振周波数測定法を用いた硬度測定法においては、先端にダイヤモンド圧子が取\*30

$$A = G(E, \nu, E_d, \nu_d) \cdot H(\Delta f / f_0) \quad \dots(2)$$

但し、

E : 被検体のヤング率

$\nu$  : 被検体のポアソン比

$E_d$  : ダイヤモンド圧子のヤング率

$\nu_d$  : ダイヤモンド圧子のポアソン比

2つの関数G、Hのうち先頭の関数Gは(2)式で示すように、被検体及びこの被検体に押圧されるダイヤモンド圧子の各弾性定数で定まる。また、減衰の影響や被検体のリアクタンスを無視すると、同一材質の被検体を計測する限りにおいては、関数Gは定数とみなすことが可能である。また、振動棒の自由共振周波数 $f_0$ も振動棒に固有の値である。

【0006】したがって、共振周波数変化量 $\Delta f$ と圧痕表面積Aとの関係を変換特性として予め求めておく。そして、実際の超音波硬度測定においては、得られた共振周波数変化量 $\Delta f$ から前記変換特性を用いて圧痕表面積Aを求める。圧痕表面積Aが求まると、(1)式を用いて該当被検体のビッカース硬度 $H_v$ を算出する。

【0007】上述した測定方法においては、被検体のヤ★50

\*た圧痕表面積との関係から硬度に対する補正情報を算出する補正情報算出手段と、この補正情報算出手段で算出された補正情報を用いて前記算出された各測定点の硬度を補正する硬度補正手段とを備えたことを特徴とする超音波硬度測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は硬度を測定する硬度測定装置に係り、特に、共振周波数測定法（超音波コンタクト・インピーダンス法）を採用した超音波硬度測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】金属を含む各種材料の硬さを示すビッカース硬度の測定方法は、JIS（日本工業規格）のZ-2244に規定されている。すなわち、ビッカース硬度 $H_v$ は、所定形状を有した試験棒を被検体に押圧した場合の荷重Fと、この荷重Fで試験棒を被検体に押圧したときに押圧部分に生じる凹みを示す圧痕の表面積（圧痕表面積）Aとを用いて(1)式で定義される。

## 【0003】

$$\dots(1)$$

※付けられた振動棒をこの振動棒の材質や形状や定まる自由共振周波数 $f_0$ で振動させた状態で被検体に押圧する。そして、この押圧状態の振動棒の共振周波数fを求める。この共振周波数fの該当振動棒の自由共振周波数 $f_0$ からの変化量 $\Delta f$ と、前記圧痕表面積Aとの関係は、(2)式に示すように、2つの関数G、Hの積で示される。

## 【0005】

★ング率Eやポアソン比 $\nu$ が変換特性を求めた場合の被検体のそれとほとんど変化しないことが前提である。したがって、変換特性を求めた被検体の弾性特性とほとんど同じ弾性特性を有した被検体に対しては高い精度で硬度 $H_v$ が得られる。

【0008】一般に、材質がJISに定められた鋼材等においては、このJISに定められたヤング率Eやポアソン比 $\nu$ を用いて前記関数Gを算出する。しかし、たとえJISに定められた鋼材であっても、このJISの許容範囲内でヤング率Eやポアソン比 $\nu$ が変動する場合がある。したがって、製品検査等の製造された鋼材の硬度を精度よく測定する必要がある場合には、各被検体毎のヤング率Eやポアソン比 $\nu$ を正確に測定する必要がある。

【0009】そこで、特開平2-264840号公報においては、システム内に自動弾性測定装置を組込んで、各被検体毎のヤング率Eやポアソン比 $\nu$ を測定して、超音波硬度測定装置本体で求めた硬度 $H_v$ の補正を実施している。

【0010】また、特表平2-504186号公報に記載の「荷重を印加しながら硬さを測定するための硬さ測定装置」においては、振動棒の個々のパラメータを記憶素子に記憶させ、基本装置に内蔵された計算機により、個々の振動棒毎に記憶されたパラメータ情報を用いて、計測された共振周波数変化量 $\Delta f$ 、共振振動周波数 $f$ の偏差、振動周期の長さ等から硬度を計測することにより、振動棒固有のパラメータ差が、ゾンデ（測定プローブ）を交換したときの硬度測定誤差となるのを防止している。

【0011】さらに、特表平5-506305号公報に記載の「超音波コンタクト・インピーダンス方法における荷重印加の基での硬さまたは弾性材料特性の測定方法」においては、少なくとも異なる2つの試験力（印加荷重）のもとで、共振器で振動棒の共振周波数を測定し、既知のヤング率 $E$ とポアソン比 $\nu$ から硬さを算出している。また、既知の硬さとポアソン比 $\nu$ からヤング率 $E$ を求めている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した各超音波硬度測定手法においても、まだ解消すべき次のような課題があった。すなわち、特開平2-264840号公報記載のシステムにおいては、超音波硬度測定装置の他に、自動弾性測定装置と演算装置との2つ高価な装置が必要となり、設備費が大幅に上昇する。

【0013】特表平2-504186号公報記載の装置においては、振動棒が種々に変化した場合における対応は実施されているが、試験材が変わったときの測定された硬度の誤差に関しては、ヤング率 $E$ やポアソン比 $\nu$ が一致する鋼材に関しては問題がないと記述されているのみである。したがって、変換特性を求めるために用いた鋼材のヤング率 $E$ やポアソン比 $\nu$ と実際の被検体のヤング率 $E$ やポアソン比 $\nu$ とが微小でも異なる場合においては、測定値に誤差が混入して、装置全体の硬度測定精度が低下する。

【0014】また、特表平5-506305号公報記載の装置においても、校正に用いた試料と被検体のヤング率 $E$ やポアソン比 $\nu$ が微小でも異なる場合の対応策はなにも記載されていない。

【0015】このように、従来の各超音波硬度測定手法においては、校正に用いた試料と実際の被検体のヤング率 $E$ やポアソン比 $\nu$ が異なっていた場合は、硬度の測定精度が低下する問題がある。また、高い精度で被検体の硬度を測定するためには、別途、被検体の各弾性特性を測定する装置を組込む必要があった。

【0016】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、被検体の振動棒で押圧された部分の圧痕表面積を実測する顕微鏡を組込むことによって、たとえ、被検体が変更になったとしても、測定された硬度を簡単に正しい値に補正でき、常に高い測定精度を得ることが

でき、かつ被検体上の多くの測定点の硬度を自動的に順番に測定でき、測定作業効率を向上できる超音波硬度測定装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、先端に被検体に当接するためのダイヤモンド圧子が取付けられた振動棒を加振させた状態で被検体に規定時間だけ規定加重で押圧し、押圧した状態における振動棒の共振周波数を測定し、この測定された共振周波数の非押圧状態の自由共振周波数からの変化量と、被検体及びダイヤモンドの弾性特性情報とから、被検体の押圧部分の圧痕表面積を算出し、この圧痕表面積と規定加重とから被検体の硬度を算出する超音波硬度測定装置に適用される。

【0018】そして、上記課題を解消するために本発明においては、被検体を2次元平面内に移動自在に支持する試料台と、振動棒を被検体に押圧する振動棒駆動機構と、被検体内の各測定点及び測定順序を記憶する測定条件記憶部と、この測定条件記憶部の記憶内容に従って試料台及び振動棒駆動機構を順番に起動していく測定制御部とを備えている。

【0019】さらに、圧痕表面積を実測するための顕微鏡と、この顕微鏡の対物レンズを試料台に支持された被検体の押圧部分の対向位置へ移動させる顕微鏡移動機構と、顕微鏡で実測された圧痕表面積と算出された圧痕表面積との関係から硬度に対する補正情報を算出する補正情報算出手段と、この補正情報算出手段で算出された補正情報を用いて算出された各測定点の硬度を補正する硬度補正手段とを備えている。

【0020】このように構成された超音波硬度測定装置においては、通常の測定モード時においては、被検体は試料台に支持されている。また、被検体内の各測定点及び測定順序は測定条件記憶部に記憶されている。そして、この装置が起動されると、測定制御部によって、測定条件記憶部に記憶されている測定点及び測定順序に従って、被検体を搭載した試料台が移動し、かつ振動棒が駆動制御される。したがって、測定条件記憶部内に記憶されている各測定点の硬度が自動的に測定され、測定作業効率を大幅に向上できる。

【0021】また、圧痕表面積を実測するための顕微鏡が設けられている。そして、例えば校正モード時においては、顕微鏡移動機構によって顕微鏡の対物レンズが試料台に支持された被検体の押圧部分の対向位置へ自動的に移動される。この状態で、操作者が、押圧部分の圧痕表面積を読取って操作入力すると、この実測された圧痕表面積と先に同一測定点における算出された圧痕表面積との関係に基づいて硬度に対する補正情報が自動的に算出される。

【0022】そして、この算出された補正情報に基づいて先に算出された各測定点の各硬度が補正される。したがって、たとえヤング率 $E$ やポアソン比 $\nu$ が微小に異な

10

20

30

40

50

る複数種類の被検体の硬度を測定する場合であっても、それぞれの硬度を精度よく測定できる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下本発明の一実施形態を図面を用いて説明する。図1は実施形態の超音波硬度測定装置の外観図である。この超音波硬度測定装置は、大きく分けて測定装置本体1と例えばパーソナルコンピュータ等で構成された制御装置2とで構成されている。

【0024】測定装置本体1において、ベース3上に試料台としてのXYテーブル4が取付けられ、このXYテーブル4の上面4aに被検体5が取付けられる。XYテーブル4はテーブル駆動機構6で水平面内に移動制御される。また、ベース3の前面には操作パネル7が設けられている。

【0025】下端がベース3に固定されたアーム8の上端には、例えばモータ等にて上下に移動制御されるスライド機構9が取付けられ、このスライド機構9の前面に切換テーブル10が取付けられている。そして、切換テーブル10の前面に、この切換テーブル10に対して左右に切換え移動可能に支持部材11が取付けられている。そして、この支持部材11に対して顕微鏡12及び測定プローブ13が取付けられている。

【0026】支持部材11を手動で左右に移動させることによって、顕微鏡12及び測定プローブ13のいずれかを規定の測定位置に位置させる。その結果、いずれか一方が被検体5の測定点29に対向する。

【0027】測定プローブ13においては、図2に示すように、円柱状の振動棒14の下端にダイヤモンド圧子17が取付けられている。さらに、振動棒14の上端近傍にこの振動棒14を振動させるための例えば圧電素子等で構成された加振素子15が取付けられている。さらに、この振動棒14の中間部にはこの振動棒14の振動を検出する圧電素子等で構成された受信素子16が取付けられている。

【0028】そして、通常の測定モード時においては、操作者は、測定プローブ13を被検体5の測定点29に対向させる。そして、図2に示すように、顕微鏡12の下部の対物レンズ12aの下端位置は測定プローブ13の下端13a位置に比較して約4～5mm高い位置に設定する。

【0029】また、校正モード時においては、操作者は、顕微鏡12を被検体5の測定点29に対向させる。そして、測定プローブ13の取付け位置を変更して、下端13aが顕微鏡12の対物レンズ12aの下端より上方に位置させる。

【0030】このような測定プローブ13において、加振素子15に交流電圧を印加すると、振動棒14は自己の材質や形状等で定まる共振周波数 $f_0$ （自由共振周波数）で振動する。

【0031】このような構成の測定装置本体1におい

て、制御装置2からの操作指令に基づいて、XYテーブル駆動機構6が起動して、XYテーブル4上に取付けられた被検体5の測定点29を水平面内において任意のxy座標位置へ移動可能である。また、制御装置2からの操作指令に基づいて、モータが回転して、スライド機構9の前面の切換テーブル10を移動させて、この切換テーブル10に支持部材11を介して取付けられた測定プローブ13及び顕微鏡12の上下位置を任意に制御できる。

【0032】さらに、前記測定プローブ13内には、この測定プローブ13が被検体5に押圧された場合の荷重を測定する荷重センサが組込まれている。この検出された荷重は制御装置2へ入力される。

【0033】したがって、制御装置2は被検体5の任意の測定点29に対して振動棒14の先端のダイヤモンド圧子17を任意の時間だけ押圧することかができる。また、顕微鏡12内には、は測定プローブ13の振動棒14の先端のダイヤモンド圧子17が被検体5の測定点29を規定荷重Fで例えば10秒等の規定時間Tだけ押圧した後に、該当測定点29に残る圧痕の実際の圧痕面積 $A_c$ を操作員が読取るためのスケールが刻まれている。

【0034】図3は超音波硬度測定装置の概略構成を示すブロック図である。測定装置本体1内のテーブル駆動機構6は、被検体5を支持するXYテーブル4を測定制御部20からの指令に基づいて移動制御する。また、荷重検出部19は、被検体5に印加される荷重を荷重センサ18を介して検出して、測定制御部20へ送出する。スライド機構9は測定制御部20からの指令に基づいて切換テーブル10を上下移動させる。また、測定制御部20は測定プローブ13の加振素子15へ交流電圧を送出する。

【0035】測定プローブ13の受信素子16で検出された振動信号は制御装置2内の受信部21へ入力される。この受信部21は入力した振動信号から振動棒14の共振周波数 $f$ を検出して、硬度算出部22へ送出する。

【0036】変換特性記憶部30内には、図4の点線で示す、共振周波数変化量 $\Delta f$ と圧痕面積 $A$ との関係を示す変換特性 $CH_0$ が記憶されている。そして、この例においては、それぞれヤング率 $E$ 及びポアソン比 $\nu$ が大きく異なるA、B、Cの3種類の基準試料（被検体5）を用いて実際に測定された変換特性 $CH_0$ が記憶されている。

【0037】操作員は顕微鏡13で実測した圧痕面積 $A_c$ を制御装置2へキーボード26を介して入力すると、この圧痕面積 $A_c$ は補正特性算出部24へ送出される。補正特性算出部24は、硬度算出部22で算出された該当測定点の圧痕面積 $A$ を取込み、補正特性 $CH_0$ を算出して、補正特性記憶部25へ書込む。

【0038】硬度算出部22は、受信部21から入力された共振周波数 $f$ の前記振動棒14の自由共振周波数 $f_0$ からの周波数変化量 $\Delta f$ を算出して、この周波数変化量 $\Delta f$ に対応する圧痕表面積 $A$ を変換特性記憶部30の変換特性 $CH_0$ から読取る。そして、規定荷重 $F$ をこの読取った圧痕表面積 $A$ で除算して硬度 $H_v$ を算出する。

【0039】硬度算出部22は、この算出された硬度 $H_v$ を補正特性記憶部25に記憶された補正特性 $CO$ で補正して( $H_{vo} = CO \cdot H_v$ )、補正後の硬度 $H_{vo}$ を記憶部23へ書込む。

【0040】一方、操作者がキーボード26を介して入力した各被検体5上の寸法、形状、厚さ、材質、各測定点、印加荷重 $F$ 、荷重印加時間 $T$ 等の各被検体5毎の測定条件は測定条件設定部27を介して測定条件記憶部28に記憶保持される。

【0041】例えば、この測定条件記憶部28内には、図5(a)(b)(c)に示すように、各被検体5毎に、それぞれ固有の複数の測定点29が設定されている。例えば、図5(a)に示す被検体5においては9個の測定点29が設定され、図5(c)に示す被検体5に

おいては153個の測定点29が設定されている。

【0042】次に、制御装置2における測定制御部28及び硬度算出部22の通常の測定モード時における硬度\*

$$\Delta f = f_0 - f$$

そして、この周波数変化量 $\Delta f$ に対応する圧痕表面積 $A$ を変換特性記憶部30の変換特性 $CH_0$ から読取る(P10)。そして、規定荷重 $F$ をこの読取った圧痕表面積\*

$$H_v = F/A$$

さらに、算出された硬度 $H_v$ を補正特性記憶部25に記憶された補正特性 $CO$ で補正して(P12)、補正後の硬度 $H_{vo}$ を記憶部23へ書込む。同時に、例えば図7に示す印字フォーマットで該測定点29の硬度 $H_{vo}$ を硬度データ表31に印字出力する(P13)。

【0047】そして、測定条件記憶部28に該被検体5にまだ未測定の測定点29が存在すれば(P14)、P1へ戻り、該被検体5の次の未測定の測定点29を読出す。

【0048】そして、測定条件記憶部28内に未測定の測定点29が無くなると、該被検体5に対する一連の各硬度の測定処理を終了する。次に、この装置の校正モード時における補正特性 $CO$ の算出処理動作を説明する。

【0049】説明を簡単にするために、前述した複数の測定点29が測定条件記憶部28に記憶された被検体5を用いて補正特性 $CO$ を算出するとする。まず、図6に示す前述した手順で各測定点29における共振周波数変化量 $\Delta F$ から変換特性 $CH_0$ を用いて各圧痕表面積 $A$ を読取り、各圧痕表面積 $A$ から補正前の各硬度 $H_v$ を算出す

$$C = A/A_c$$

そして、この各比 $C$ を全ての測定点29に亘って算術平均50均を算出して、この平均値を該被検体5に対する補正

\*測定処理を図6に示す流れ図に従って実行する。まず測定対象の被検体5をXYテーブル4上の基準位置に取付け、装置を起動する。すると、流れ図が開始され、P(プログラム・ステップ)1にて、測定条件記憶部28から該被検体5の先頭の測定点29の座標を読出して、XYテーブル4を移動させて、該測定点29を測定位置に移動させる。

【0043】次に、測定プローブ13の加振素子15に交流電圧を印加して、振動棒14を振動させる(P2)。つぎに、振動棒14を先端のダイヤモンド圧子17が被検体5の測定点29に当接するまで下降させる(P3)。そして、荷重センサ18の値を監視しながら、規定荷重 $F$ で振動棒14を被検体5の測定点29へ押圧開始する(P4)。そして、この状態で受信部21で加振棒14の振動信号を受信する(P5)。

【0044】そして、規定時間 $T$ が経過すると(P6)、振動棒14を上昇させる(P7)。次に、受信部21は振動信号に含まれる共振周波数 $f$ を検出し(P8)、予め測定されている該振動棒14の自由共振周波数 $f_0$ との間の周波数変化量 $\Delta f$ を算出する(P9)。

【0045】

...(3)

※ $A$ で除算して硬度 $H_v$ を算出する(P11)。

【0046】

...(4)

★る。同時に各測定点29における各圧痕表面積 $A$ を補正特性算出部24へ送出する。

【0050】次に、操作者は、顕微鏡12を測定位置に移動させ、この顕微鏡12の対物レンズ12aを被検体5の測定点29に対向させる。測定制御部20は、スライド機構9を駆動して顕微鏡12の対物レンズ12aを被検体5の所定の観察位置まで降下させる。そして、測定制御部20は、XYテーブル4を駆動制御して、測定条件記憶部28に記憶されている該被検体5の各測定点29を順番に対物レンズ12aに対向する測定位置へ移動していく。

【0051】操作者は、各測定点29に形成された圧痕の実際の各圧痕表面積 $A_c$ を内部に設けられたスケールを用いて読取って、順番にキーボード26へ入力していく。キーボード26へ入力された各測定点29の各圧痕表面積 $A_c$ は補正特性算出部24へ入力される。

【0052】補正特性算出部24は各測定点29の変換特性 $CH_0$ から求めた各圧痕表面積 $A$ と顕微鏡12で実測された各圧痕表面積 $A_c$ との各比 $C$ を求める。

...(4)

特性C0とする。そして、この補正特性C0を該当被検体5に対する補正特性C0として補正特性記憶部25へ書込む。

【0053】したがって、次回移行、同一材質の被検体5の硬度を測定する場合は、変換特性記憶部30から読\*

$$Hv_o = F / A_c = C_0 \cdot F_v$$

実際の装置においては、各被検体5の材質の種類毎に、各補正特性C0が補正特性記憶部25に記憶されている。したがって、測定モード時には各被検体5の材質の種類を指定して、測定を実施すれば、自動的に対応する補正特性C0を用いて測定硬度が補正されて、正しい硬度Hv\_oが出力される。

【0055】このように構成された超音波硬度測定装置においては、図4に示すように、変換特性記憶部30内に記憶されている変換特性CH\_0は前述したように、A、B、Cの3種類の基準試料(被検体5)を用いて作成している。しかし、例えば、ヤング率Eとポアソン比νとの組み合わせが異なる別のD、E、Fの3種類の試料(被検体5)を用いて作成された変換特性CH\_1は元の変換特性CH\_0と完全に一致しない場合がある。

【0056】したがって、厳密には、被検体5の材質毎に変換特性を作成する必要がある。本実施形態においては、新たなる材質の被検体5を測定するに先だって、該当被検体5の材質の変換特性の基準となる変換特性CH\_1に対する補正特性C0を算出して、記憶保持して、この補正特性C0を用いて測定された硬度を補正している。なお、材質が定まれば、硬度の取り得る範囲は狭いので、同一材質に対して同一補正特性C0を採用しても支障はない。

【0057】図8は、同一種類の被検体5に対して20個の測定点29に対して硬度の測定を実施した実験結果を示す図である。図8(a)は顕微鏡12を用いて測定された圧痕表面積A\_cを用いて算出した正しい各硬度と補正なしの各測定値との対比を示す。補正がない場合は、測定値と正しい硬度との間の誤差は最大11で最小8であった。

【0058】これに対して、図8(b)は顕微鏡12を用いて測定された圧痕表面積A\_cを用いて算出した正しい各硬度と補正を実施した各測定値との対比を示す。補正ありの場合は、測定値と正しい硬度との間の誤差は最大3で最小0であった。

【0059】また、図9は、材質の異なるJ、K、Lの3種類の被検体5に対して、硬度測定を実施した場合における顕微鏡を用いた正しい硬度と、補正を実施した場合の測定硬度と補正を実行しない場合の測定硬度との対比を示すグラフである。このグラフでも、補正を実行することによって、測定精度が向上することが理解できる。

【0060】このように、補正を実施することによって、正しい硬度からの誤差を低減できると共に、測定値※50

\*出した圧痕表面積Aを用いて算出された補正前の硬度H\_vに対して補正特性記憶部25から読出した該当被検体5に対する補正特性C0を乗算することによって、正しい補正後の硬度H\_v\_oが得られる。

【0054】

…(5)

※の変動量(バラツキ)を大幅に抑制できる。したがって、装置全体の測定精度を大幅に向上できる。

【0061】また、図1に示すように、硬度を測定する測定プローブ13と正しい硬度を得るための顕微鏡12を同一の装置に組込んで、通常の測定モード時には、測定プローブ13のみを用いて測定制御部20で自動的に各測定点29の硬度測定を実施している。

【0062】さらに、校正モード時には、測定制御部20で自動的に圧痕が形成された各測定点29へ顕微鏡12へ移動させて各圧痕表面積A\_cを操作者が読取るようにしている。そして、読取られた各圧痕表面積A\_cを用いて自動的に補正特性C0を算出している。

【0063】したがって、従来装置に比較して、硬度の測定作業能率を大幅に向上でき、かつ校正作業の能率的に実施できる。すなわち、工場の品質検査等の大量の試験を短時間に実施する装置として使用することができ、さらに、従来の自動弾性率測定装置を用いず正確な硬度が得られるので、装置全体の製造費を低減できる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の超音波硬度測定装置においては、装置内に被検体の振動棒で押圧された部分の圧痕表面積を実測する顕微鏡を組込んでいる。したがって、たとえ、被検体が変更になったとしても、測定された硬度を簡単に正しい値に補正でき、常に高い測定精度を得ることができる。

【0065】さらに、被検体及び振動棒や顕微鏡の移動を予め記憶された測定条件に従って自動的に実行させている。したがって、被検体上の多くの測定点の硬度を自動的に順番に測定でき、測定作業効率を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の超音波硬度測定装置の外観図

【図2】 同実施形態の測定プローブと顕微鏡との位置関係を示す図

【図3】 同実施形態の概略構成を示すブロック図

【図4】 同実施形態の変換特性記憶部に記憶された変換特性を示す図

【図5】 各被検体上に設定された各測定点を示す図

【図6】 同実施形態の測定モード時の測定動作を示す流れ図

【図7】 同実施形態の測定硬度の測定データ図

【図8】 同実施形態で測定された硬度の補正ありと補正なしの各測定値と顕微鏡で測定された正しい硬度との

11

対比を示す図

【図9】 同じく同実施形態で測定された硬度の補正ありと補正なしの各測定値と顕微鏡で測定された正しい硬度との対比を示す図

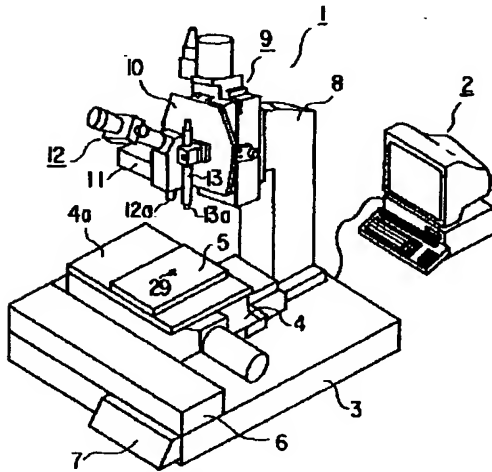
【符号の説明】

1…測定装置本体、2…制御装置、4…XYテーブル、5…被検体、6…テーブル駆動機構、9…スライド機構、10…切換テーブル、11…支持部材、12…顕微

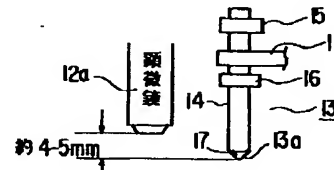
12

鏡、13…測定プローブ、14…振動棒、15…加振素子、16…受信素子、17…ダイヤモンド圧子、18…荷重センサ、19…荷重検出部、20…測定制御部、21…受信部、22…硬度算出部、23…記憶部、24…補正特性算出部、25…補正特性記憶部、26…キーボード、27…測定条件設定部、28…測定条件記憶部、29…測定点、30…変換特性記憶部。

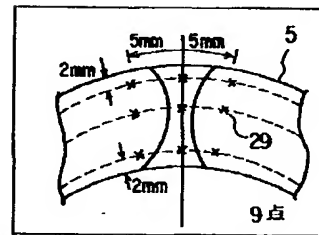
【図1】



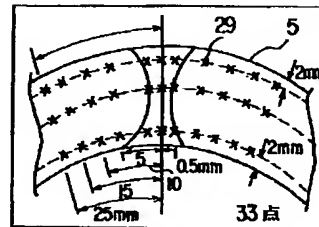
【図2】



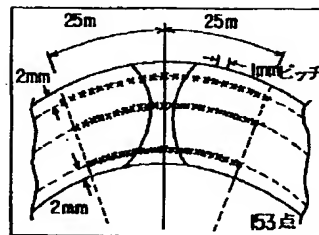
【図5】



(a)

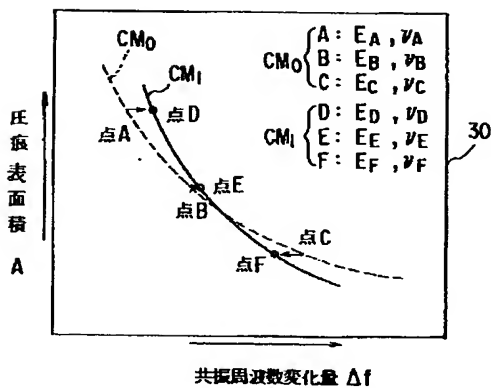


(b)



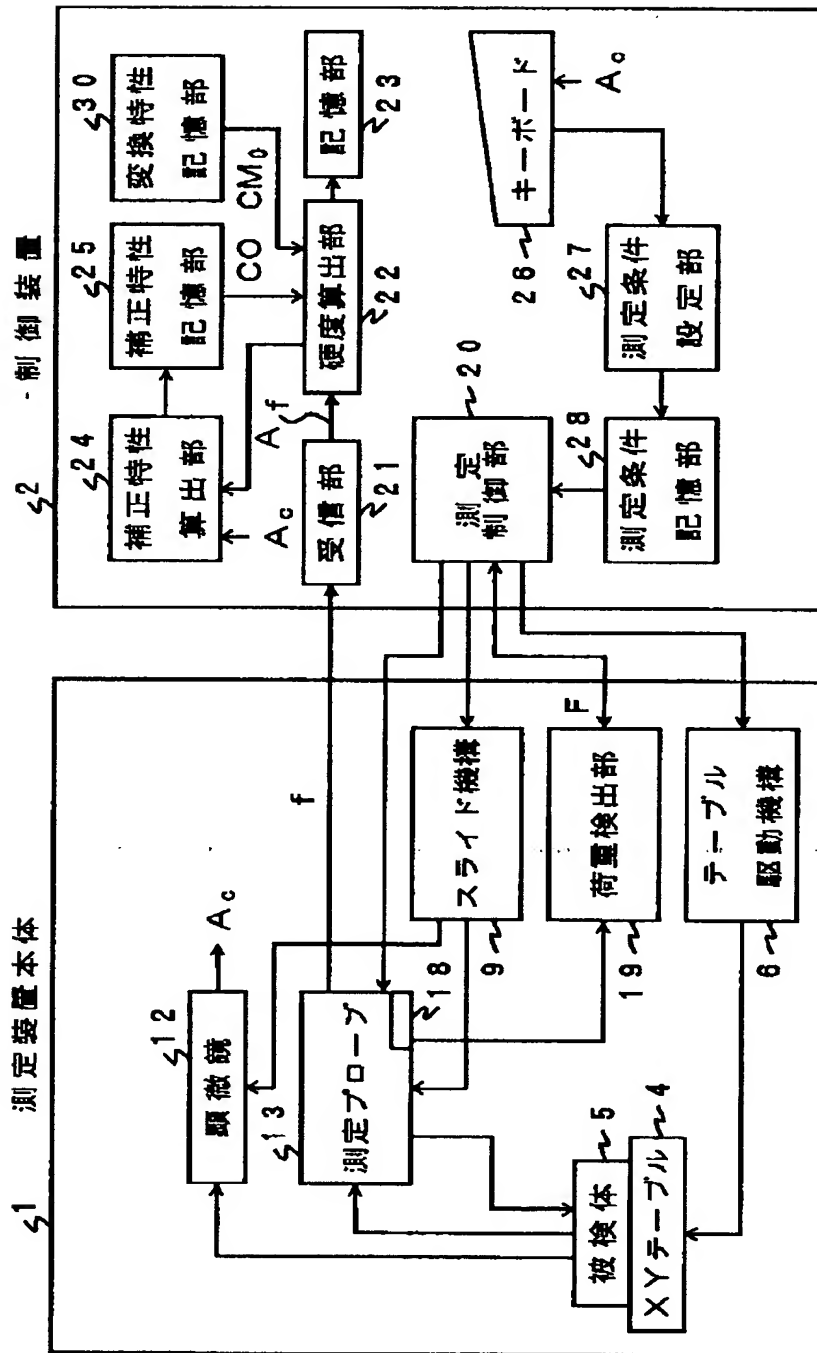
(c)

【図4】



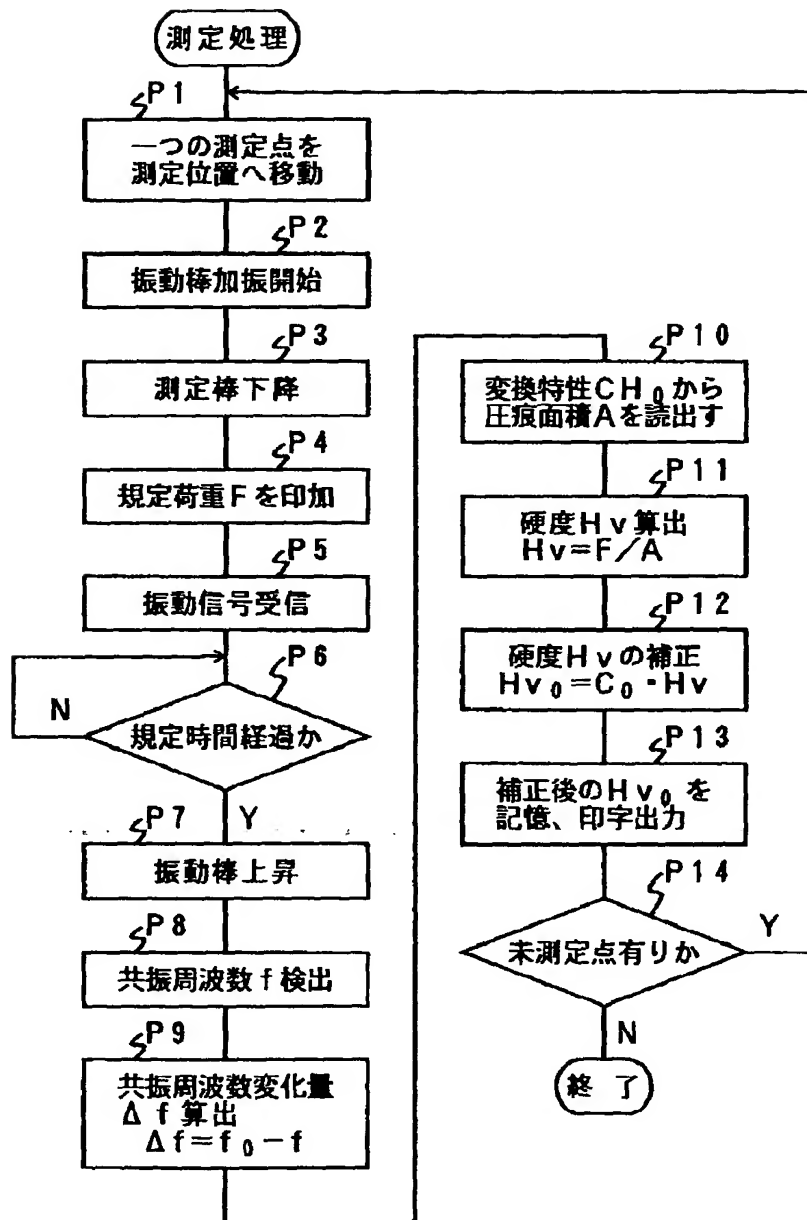


【図3】





【図6】



【図7】

## \*\*\* ビッカース硬さ試験成績 \*\*\*

試験年月日 1994-04-15 外 径 230.00mm  
 製造No. H0804 内 厚 20.00mm  
 標 本 TEST パターンNo. 99  
 TP-No. 試験荷重 98.07N  
 規 格 JIS B 7725 荷重時間 1sec  
 測定ピッチ 0.1mm  
 測定器 KJ

測定位置		測 定 値									
外 面	C										
	R										
中 央	C	180	180	181	180	159	180	180	180	180	
	R	159	180	181	180	180	180	180	180	180	
内 面	C										
	R										

MAX=181 MIN=159 AVE=180

【図8】

荷重保持時間: 10秒  
 測定ピッチ: 2mm

鋼 種: SS400  
 試験片No. KDS950ITL

圧痕計算値 (順次値)	158	157	159	158	158	159	181	157	158	159
超音波硬度計表示値	180	185	189	185	187	189	171	187	188	170
誤 差	8	8	10	9	9	10	10	10	8	11

圧痕計算値 (順次値)	158	158	157	157	158	157	180	180	180	158
超音波硬度計表示値	187	188	185	188	188	185	185	171	169	188
誤 差	9	10	8	9	9	8	9	11	9	8

N=20  
 最大=11  
 最小=8

(a) (補正無し)

圧痕計算値 (順次値)	158	159	158	160	158	159	158	158	158	157
超音波硬度計表示値	160	161	160	163	159	159	160	159	160	159
誤 差	2	2	2	3	1	0	2	1	2	2

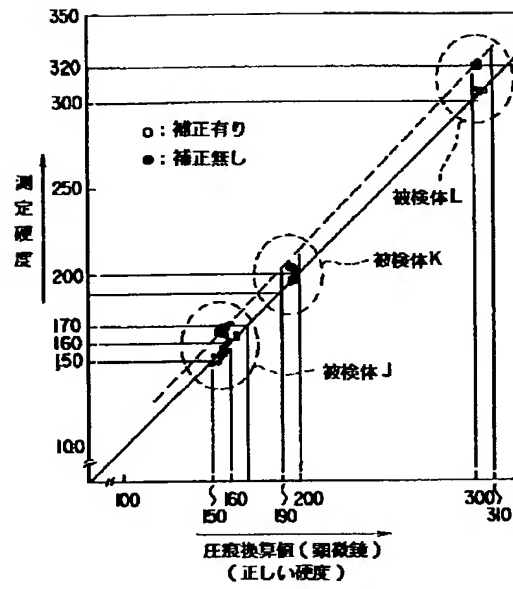
  

圧痕計算値 (順次値)	158	180	180	159	160	157	158	158	160	156
超音波硬度計表示値	157	162	182	180	180	159	159	180	161	158
誤 差	1	2	2	1	0	2	1	2	1	0

N=20  
 最大=3  
 最小=0

(b) (補正有り)

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 恵  
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
 本鋼管株式会社内

(72)発明者 高橋 弘幸  
 東京都渋谷区道玄坂2丁目10番12号 日本  
 クラウトクレーマー株式会社内

CLIPPEDIMAGE= JP409126976A

PAT-NO: JP409126976A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09126976 A

TITLE: ULTRASONIC HARDNESS MEASURING APPARATUS

PUBN-DATE: May 16, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MURAYAMA, AKIRA

HORIGOME, HIDEKAZU

TANAKA, MEGUMI

TAKAHASHI, HIROYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NKK CORP

N/A

NIPPON KURAUTO KUREEMAA FUERUSUTAA KK N/A

APPL-NO: JP07287428

APPL-DATE: November 6, 1995

INT-CL (IPC): G01N003/42;G01N003/40

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain high measuring accuracy all the time by a constitution that a microscope for actually measuring the surface area of the indentation of a substance under inspection is provided, and the hardness at each measuring point is corrected with the computed correcting information.

SOLUTION: A measuring probe 13 for measuring hardness and a microscope 12 for obtaining correct hardness are assembled in the same apparatus. Then, at the time of an ordinary measuring mode, only the probe 13 is used, and the hardness measurement at each measuring point 29 is automatically performed with a measuring control part. Furthermore, at the time of a calibrating mode, the microscope 12 is moved to each measuring point, where an indentation is formed,

by the automatic control of the measuring control part, and the surface area of each indentation is read out by an operator. Then, the read-out surface area of each indentation is used, and the correcting characteristic is automatically computed. Therefore, in comparison with a conventional apparatus, the measuring-work efficiency of the hardness can be improved to a large extent, the calibrating work can be efficiently performed and the high measuring efficiency is obtained all the time.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO